

8.2 入力波と事前解析

8.2.1 入力波の設定

入力波は、人工地震動「BSL」と兵庫県南部地震(1995)の際に神戸海洋気象台で記録された「JMA 神戸」の2種類とする。これらの加速度時刻歴と加速度応答スペクトル S_a と変位応答スペクトル S_d の関係を図 8.2.1-1,2 に示す。なお、 S_a , S_d を算定する際の減衰定数は 10%としている。

BSL は限界耐力計算告示(平 12 建告第 1457 号)第 10 第一号による第二種地盤の加速度増幅率に基づく加速度応答スペクトルに適合するように作成された人工地震動である。BSL の入力倍率は限界耐力計算告示第 4 に規定される係数 p を考慮して、A 棟では稀地震相当として 20%、極稀地震相当として 100%とし、B 棟では稀地震相当として 18%、極稀地震相当として 90%とする。JMA 神戸の入力倍率は 100%を基本とする。

入力方向については、BSL は A,B 棟のいずれに対しても建物長辺方向と短辺方向それぞれ個別に入力する。JMA 神戸は NS, EW, UD の 3 方向同時入力とし、優勢な NS 成分を、A 棟については建物長辺方向に入力し、B 棟については建物短辺方向に入力する。

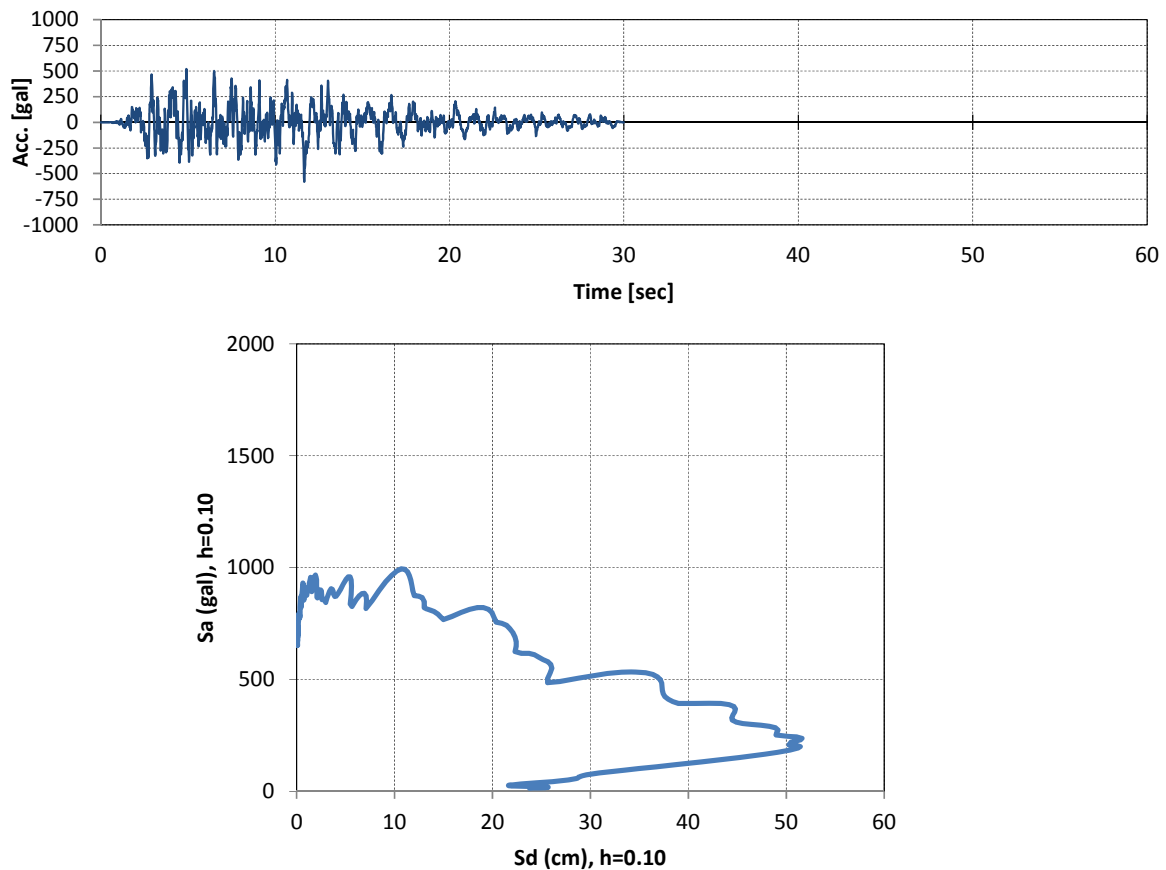


図 8.2.1-1 入力波の加速度時刻歴と S_a - S_d 曲線(人工地震動 BSL)

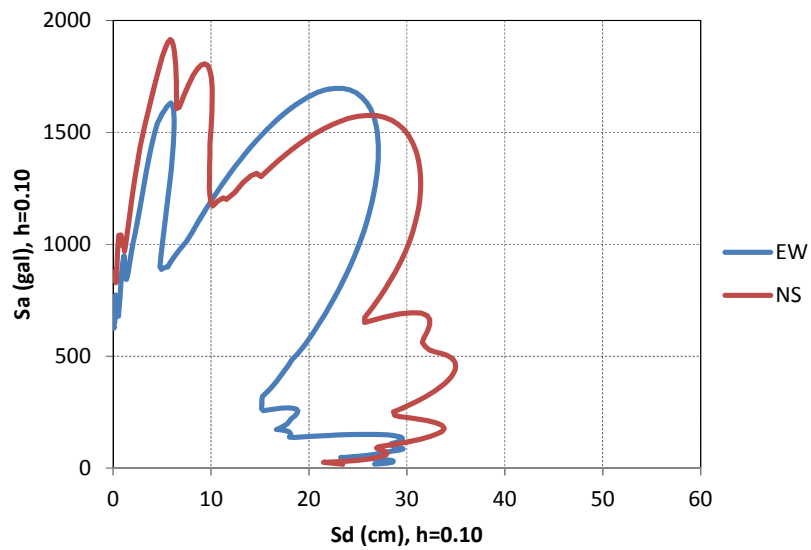
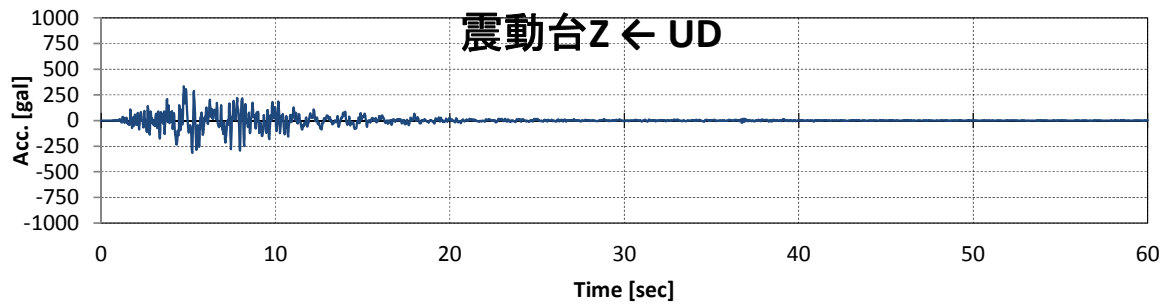
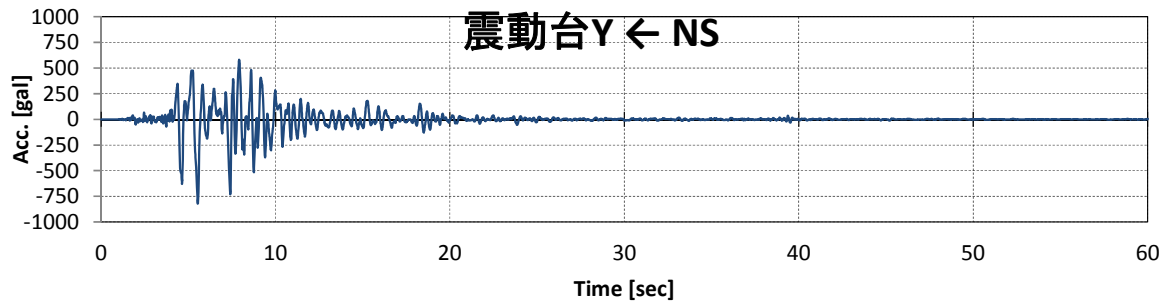
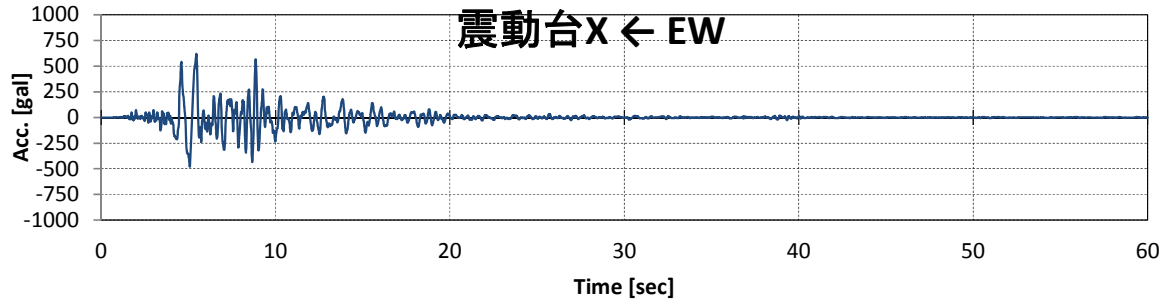


図 8. 2. 1-2 入力波の加速度時刻歴と Sa-Sd 曲線 (JMA 神戸)

8.2.2 A棟(5層)試験体の耐震性能予測

A棟の耐震性能予測として、限界耐力計算により耐震性能を評価する。

(1) 解析モデル

A棟を図8.2.2-1のような立体解析モデルに置換する。CLTパネルは平面異方性シェル要素とし、接合部はバネ要素としてモデル化する。シェル要素の弾性係数は表8.2.2-1のように設定する。錘を含めた公称重量をもとに各階の重量及び A_i 分布に基づく地震水平力比を表8.2.2-2のように設定する。

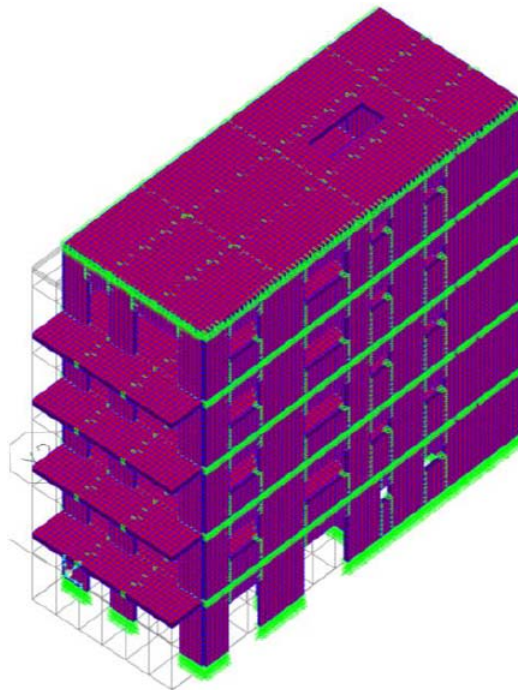


図 8.2.2-1 A棟の解析モデル

表 8.2.2-1 シェル要素(CLTパネル)の弾性係数

パネル厚さ [mm]	層数	面内			面外			
		E_x [N/mm ²]	E_y [N/mm ²]	G_{xy} [N/mm ²]	E_{rx} [N/mm ²]	E_{ry} [N/mm ²]	G_{yz} [N/mm ²]	G_{zx} [N/mm ²]
90	3	1000	4000	308	5778	111	68	77
150	5	1200	3000	231	4728	624	78	31
210	7	1286	2571	198	4041	866	99	53

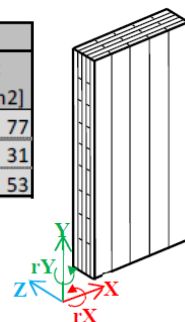


表 8.2.2-2 各階重量、地震水平力比

階	W_i [kN]	ΣW_i [kN]	α_i [-]	A_i [-]	C_i [-]	Q_{Ei} [kN]	P_{Ei} [kN]	A [m ²]	q [kN/m ²]	水平力比 [-]
5	310.98	310.98	0.108	2.11	0.42	130.95	130.95	87.00	3.57	1.84
4	623.05	934.03	0.326	1.54	0.31	287.42	156.47	91.75	6.79	2.19
3	623.05	1557.09	0.543	1.31	0.26	407.17	119.75	91.75	6.79	1.68
2	623.05	2180.14	0.760	1.15	0.23	499.75	92.58	91.75	6.79	1.30
1	660.64	2840.78	0.990	1.01	0.20	571.32	71.56	91.75	7.20	1.00

(2) 接合部バネ要素の応力変形特性

(2.1) 引張バネ

引きボルト接合部に対応するバネ要素の応力変形特性は図 8.2.2-2 のように設定する¹⁾。静的部分実験による静的特性の他に、振動台実験結果に適合するように調整した「動的特性」を設定している。なお、これらの引張バネは圧縮には無抵抗とする。

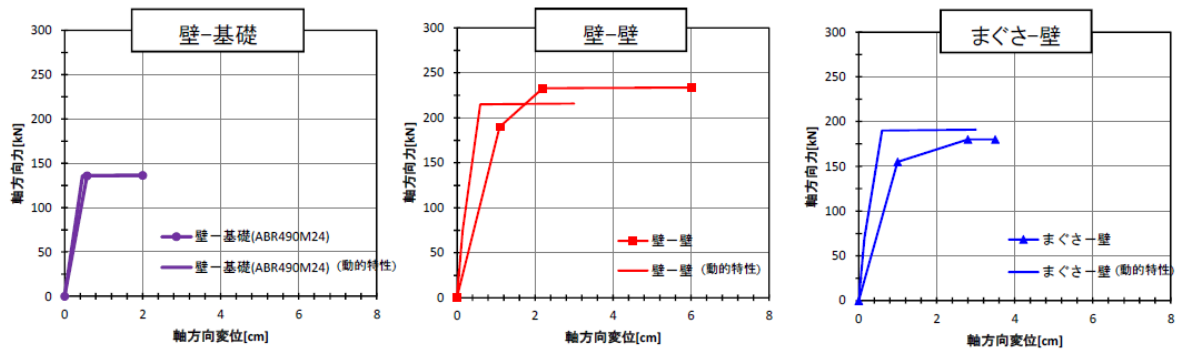


図 8.2.2-2 引きボルト接合部バネの応力変形特性

(2.2) 圧縮バネ

CLT パネルと基礎及び CLT パネル相互の圧縮変形に対するバネ要素には下記の弾性剛性 K_c を設定する。なお、これらの圧縮バネは 100mm 間隔で設定し、引張には無抵抗とする。

壁-基礎	$K_c=1.0 \times 10^6 \text{ kN/cm}$
壁-床	$K_c=500 \text{ kN/cm}$
壁-垂れ壁	$K_c=500 \text{ kN/cm}$
壁-腰壁	$K_c=500 \text{ kN/cm}$

そのほか、CLT パネルの圧縮・めり込みに対する非線形性²⁾に基づいて、図 8.2.2-3 に示すような非線形特性を設定する。

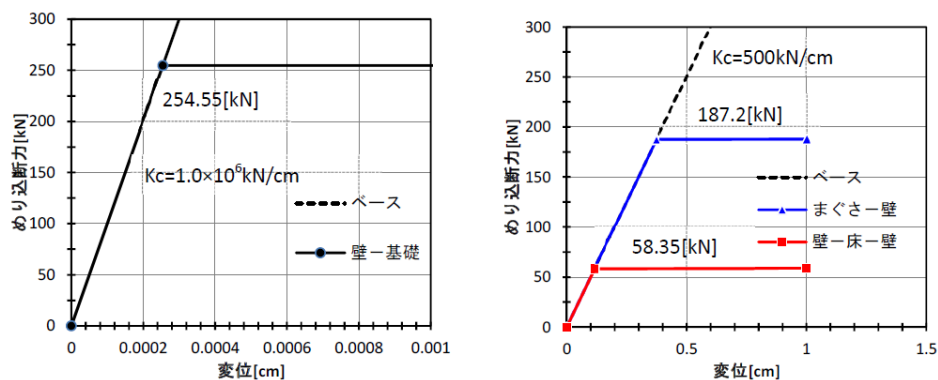


図 8.2.2-3 圧縮バネの非線形特性

(2.3) ビス打ち接合部バネ

CLTパネル相互の鋼板ビス打ち接合部および合板スプライン接合部に対応するバネ要素の応力変形特性を図 8.2.2-4 のように設定する。

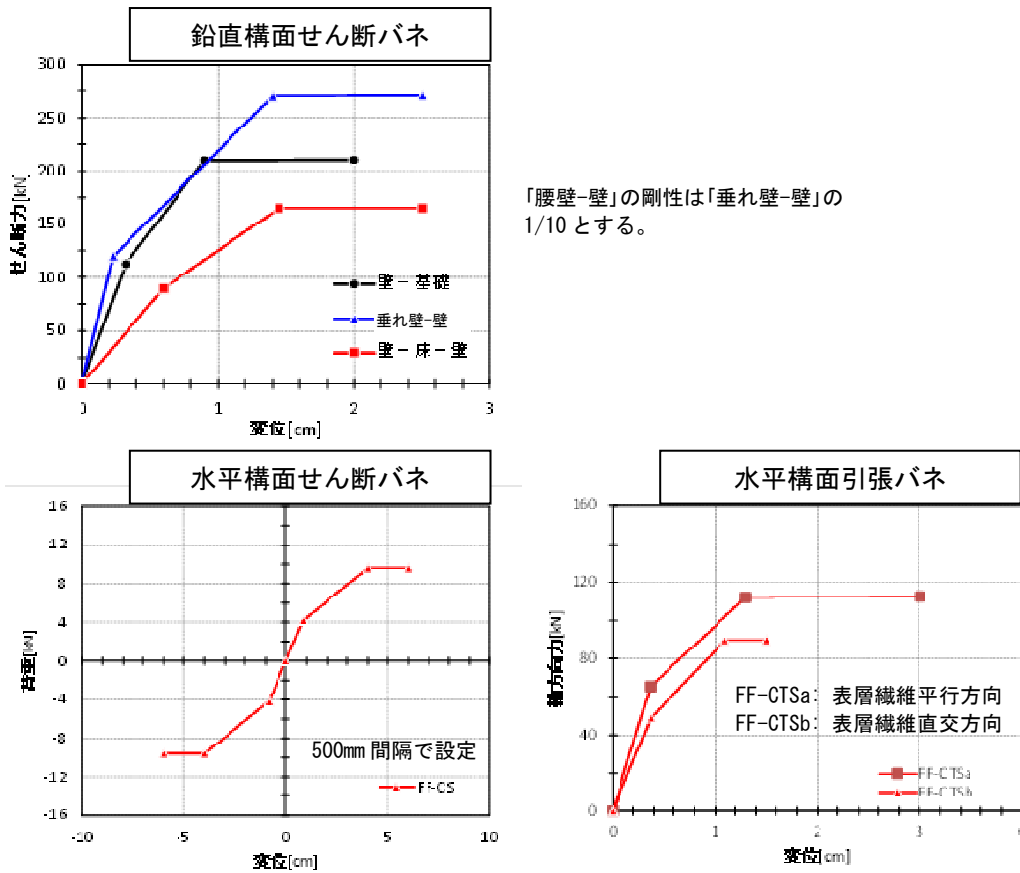


図 8.2.2-4 ビス打ち接合部バネの応力変形特性

(3) 荷重増分解析結果

前項に示すように、引張バネには「静的特性」と「動的特性」、圧縮バネには「線形特性」と「非線形特性」を設定した。これらの組合せを表 8.2.2-3 のように設定する。

表 8.2.2-3 バネ要素特性の組合せ

モデル	引張バネ		圧縮バネ	
	静的特性	動的特性	線形特性	非線形特性
ベースモデル	○		○	
動的モデル		○	○	
非線形モデル	○			○

以上の接合部バネの設定と(1)に示す解析モデルの設定に基づく荷重増分解析の結果として、各階の層せん断力-層間変位曲線を図 8.2.2-5 に示す。層せん断力は非線形モデル、ベースモデル、動的モデルの順に大きくなるが、その差異は顕著ではない。

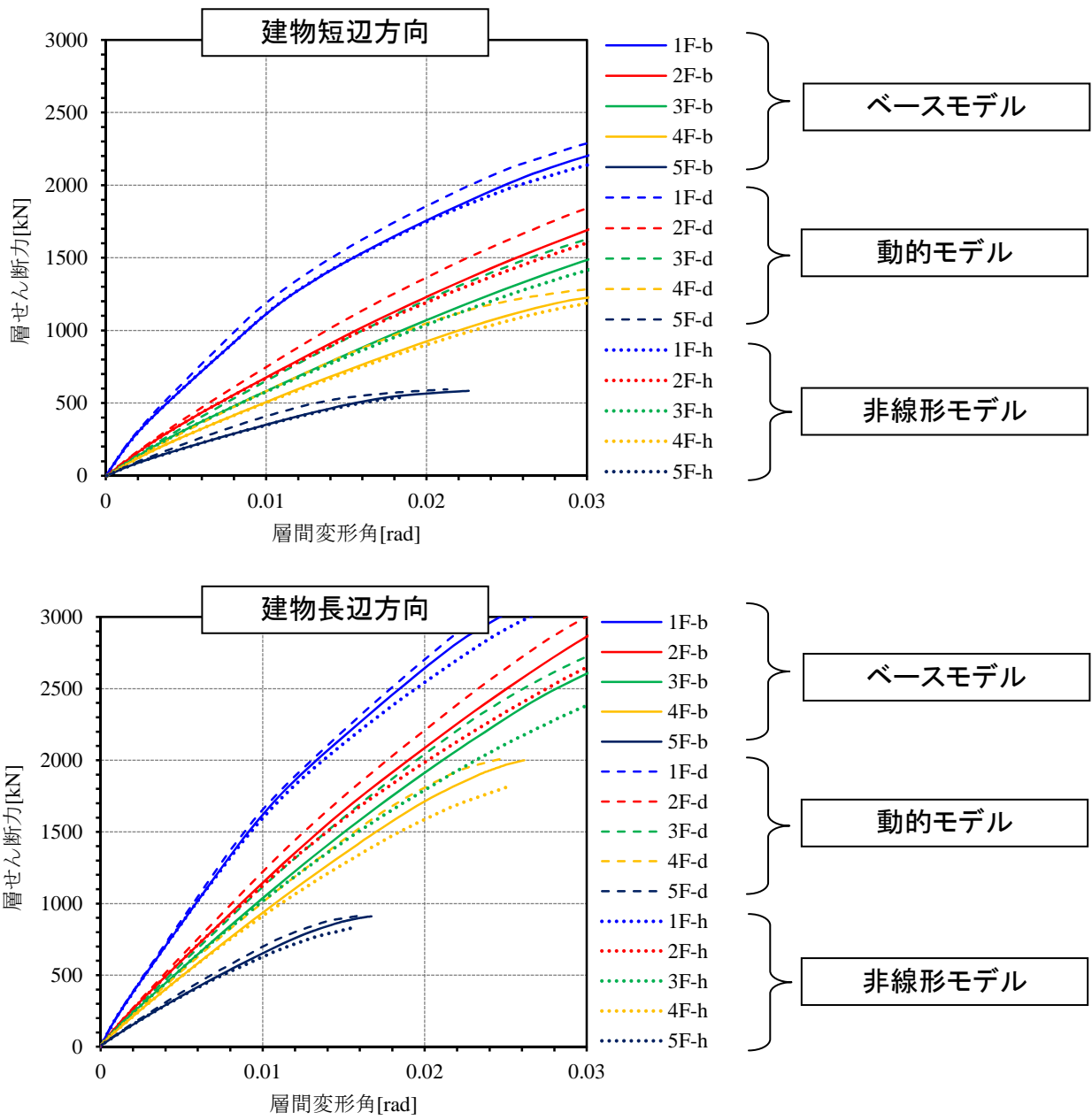


図 8. 2. 2-5 荷重増分解析による層せん断力-層間変位曲線 (A 棟)

(4) 限界耐力計算による耐震性能評価

(4.1) 最大応答変位

限界耐力計算を準用して、荷重増分解析結果を用いて縮約1自由度系の加速度 A と変位 Δ の関係を求める。これを入力波の Sa - Sd 曲線と図 8.2.2.-6 のように重ね、 A - Δ 曲線と Sa - Sd 曲線の交点を最大応答点とする。なお、 Sa - Sd 曲線は減衰定数 10% として算定した。最大応答点に対応する解析ステップの重心位置の水平変位状態、層せん断力 Q 、層間変位 δ 、層間変形角 R を図 8.2.2.-6 に併記した。BSL による最大層間変形角は建物短辺方向で 1/38、建物長辺方向で 1/60 であり、一般的な木質構造建築物の安全限界変形角の基準値とされる 1/30 を下回っている。JMA 神戸による最大層間変形角は建物短辺方向では 1/35 であるが、建物長辺方向では 1/25 であり、安全限界変形角の基準値をやや上回っている。ただし、耐力劣化領域にはなく、倒壊の可能性は少ないといえる。

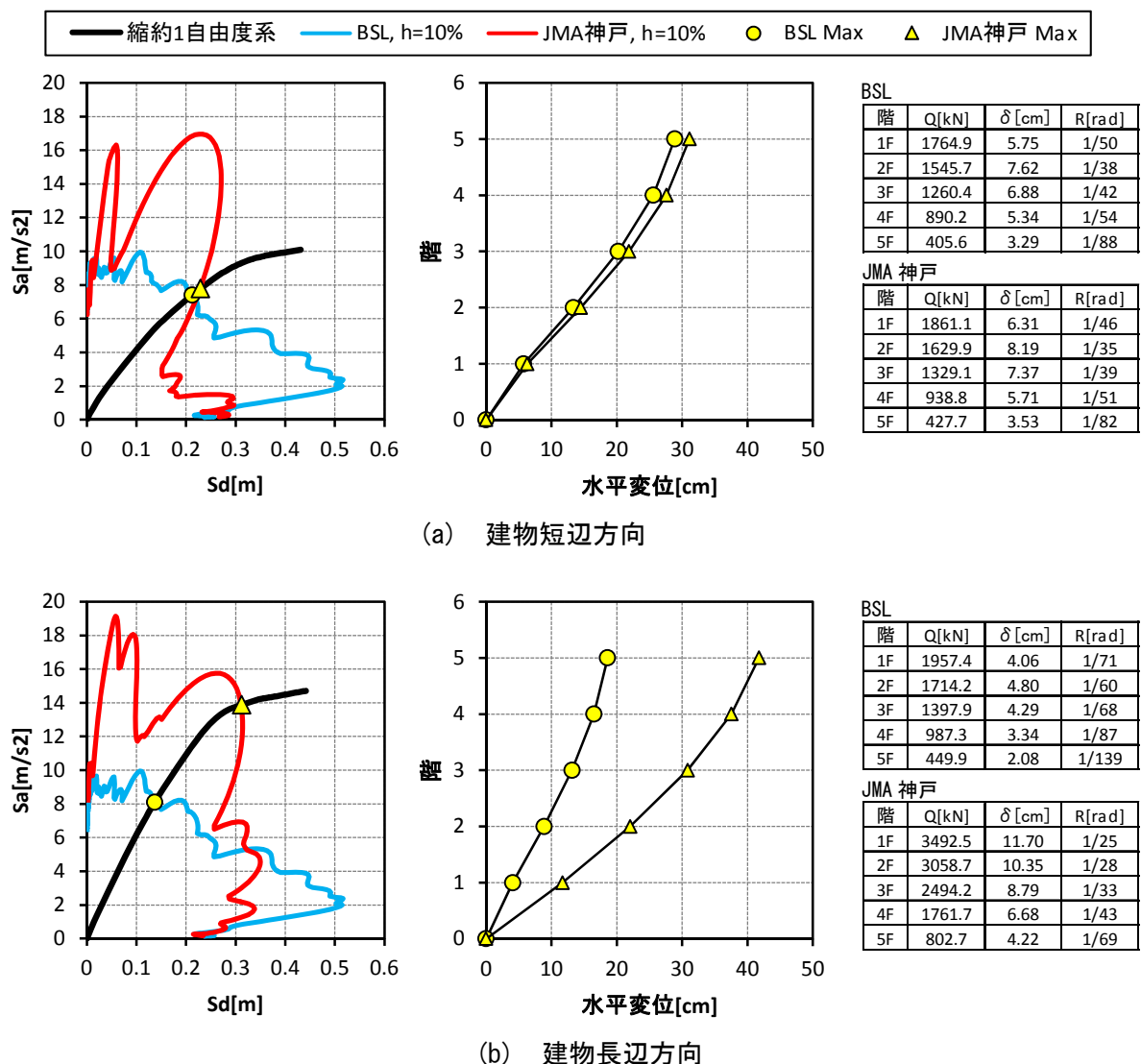


図 8.2.2-6 限界耐力計算による最大応答変位の予測(A棟)

(4.2) シェル要素(CLT パネル)の応力度

BSL 及び JMA 神戸による最大応答点に対応する解析ステップのシェル要素(CLT パネル)の応力度コンターと最大応力度を図 8.2.2-7 に示す。図中の★印が最大応力発生個所である。なお、応力度コンターは BSL に対するものである。

直応力度に対する基準強度 F は、表層ラミナの引張強さを JAS による下限値 12.0MPa とし、直交層を無効とすることによる応力増加率 2.0 を考慮すれば 6.0MPa となり、短期許容応力度 f はその 2/3 として 4.0MPa となる。せん断応力に対する基準強度は CLT パネルの全断面有効として集成材相当の値が別途確認されていること^⑥を考慮して、2.7MPa とし、短期許容応力度 f はその 2/3 として 1.8MPa とする。

水平方向直応力度の最大値はいずれの構面でも垂れ壁パネルの端部に生じ、BSL に対して 20.77MPa で f に対する検定比 5.19、JMA 神戸に対して 25.71MPa で F に対する検定比 4.29 である。鉛直方向直応力度の最大値はいずれの構面でもパネル脚部に生じ、BSL に対して 35.09MPa で f に対する検定比 8.77、JMA 神戸に対して 45.10MPa で F に対する検定比 7.52 である。いずれの検定比も 1.0 を大きく上回っており、CLT パネルの破壊が生じる可能性が高いといえる。

せん断応力度の最大値は、長辺方向では 1 階壁パネル中央付近、短辺方向では 1,2 階たれ壁パネル中央付近に生じ、BSL に対して 1.69MPa で f に対する検定比 0.94、JMA 神戸に対して 2.45MPa で F に対する検定比 0.91 である。

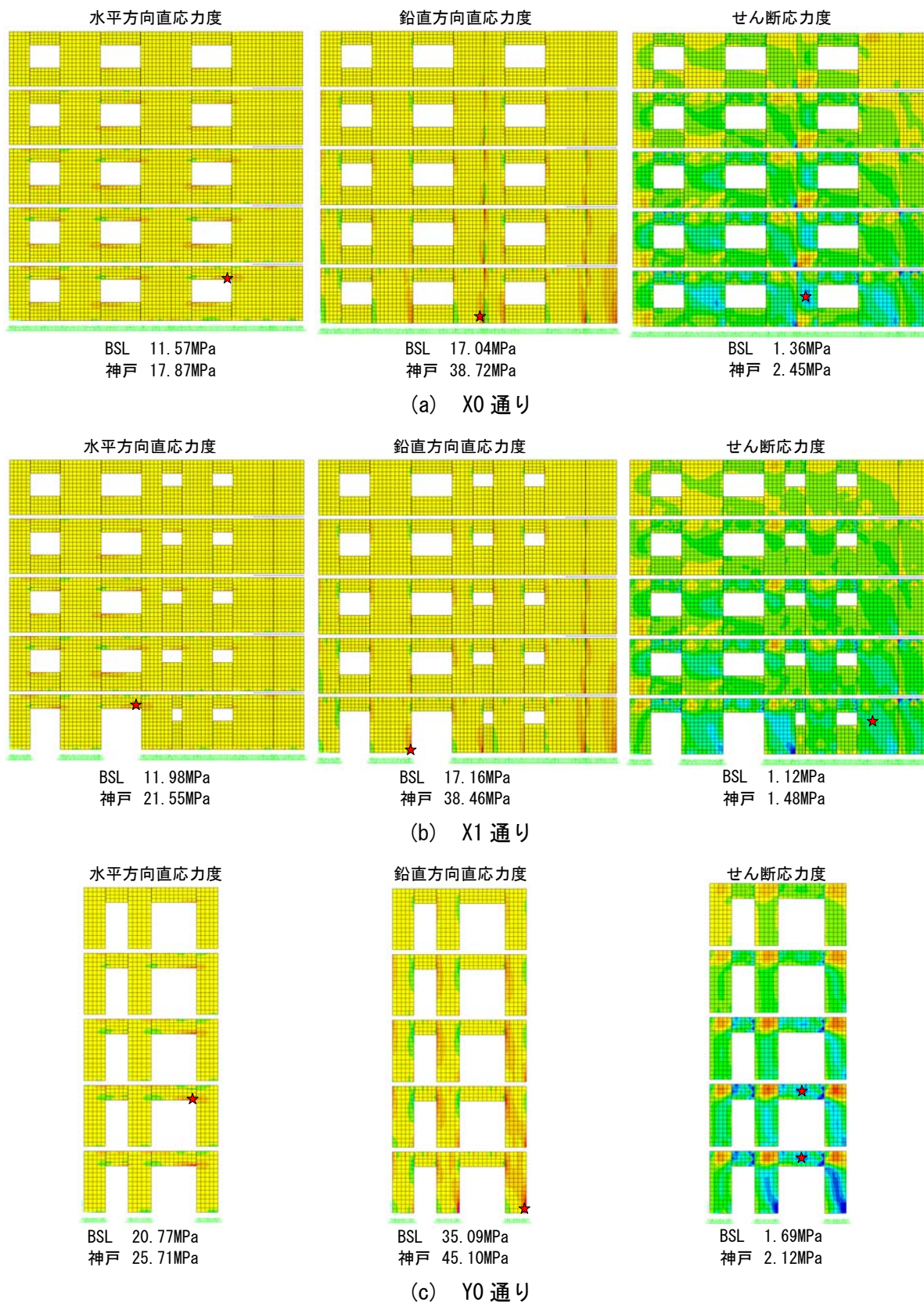


図 8.2.2-7 シェル要素 (CLT パネル) の最大応力度 (A 棟)

(4.3) バネ要素(接合部)の応力・変形

BSL 及び JMA 神戸による最大応答点に対応する解析ステップの変形図とバネ要素(接合部)の応力・変形を図 8.2.2-8, 9 に示す。なお、変形図は BSL に対するものである。

引張バネ(引きボルト接合部)については、1 階脚部において、BSL に対して塑性化が生じ、塑性率が 1.54~2.93 となっている。ただし、これは設計の狙い通りの結果であり、問題は無い。JMA 神戸に対しては塑性率が 5.19~7.17 となっているが、設定した終局変形以下であり、破断が生じ

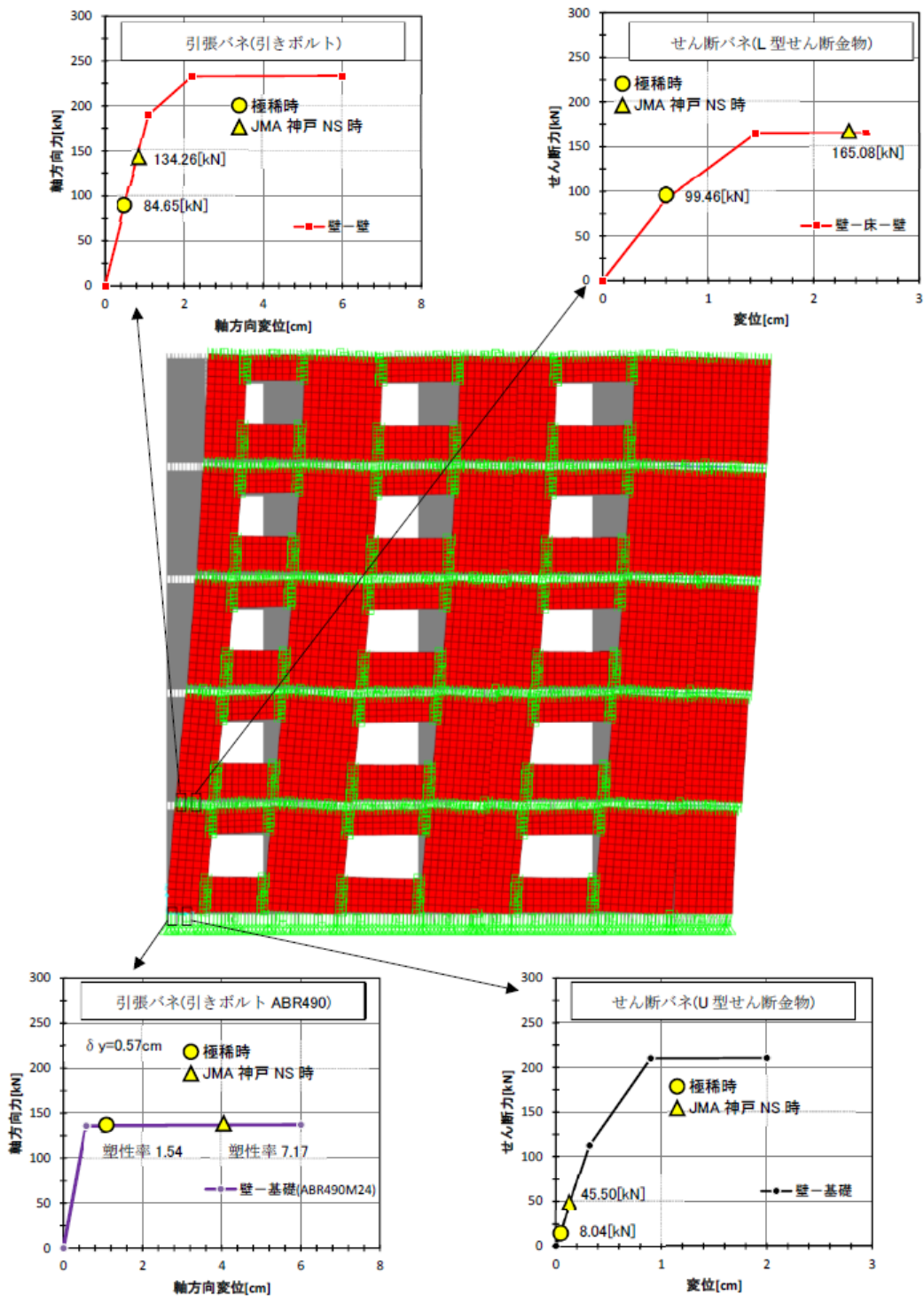


図 8.2.2-8 バネ要素(接合部)の最大応力・変形(A棟・長辺方向)

る可能性は低いといえる。その他の引張バネについては JMA 神戸に対しても弾性範囲にとどまっている。せん断バネ(鋼板ビス打ち接合部)については、BSL に対してはほぼ弾性範囲にあり、JMA 神戸に対しても第 2 降伏点を超えず、せん断接合部の先行破壊が生じる可能性は低い。

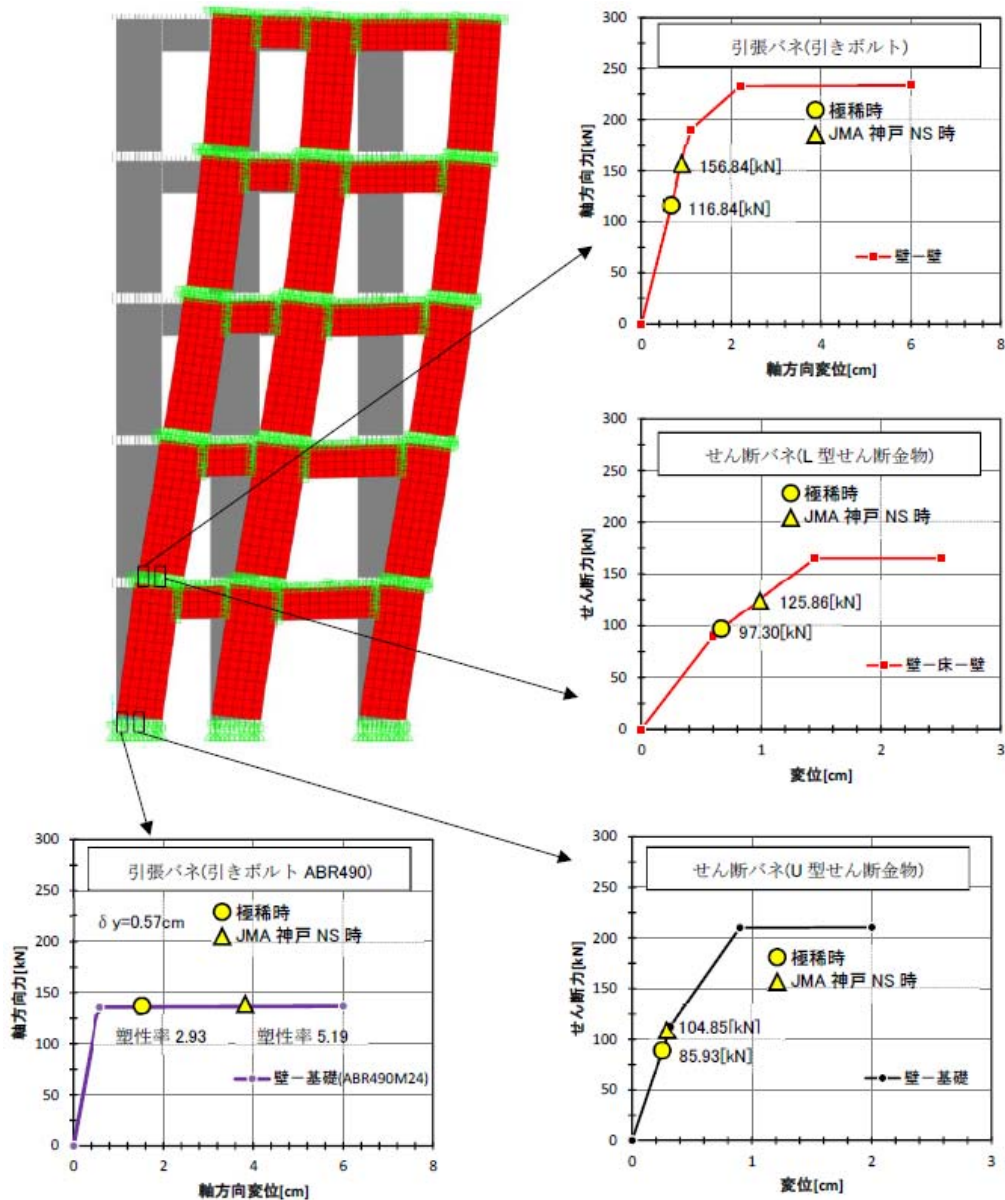


図 8.2.2-9 バネ要素(接合部)の最大応力・変形(A棟・短辺方向)

8.2.3 B棟(3層)試験体の耐震性能予測

A棟の耐震性能予測として、限界耐力計算により耐震性能を評価する。

(1) 解析モデル

A棟と同様に、B棟を図8.2.3-1のような立体解析モデルに置換する。CLTパネルは平面異方性シェル要素とし、接合部はバネ要素としてモデル化する。シェル要素の弾性係数は表8.2.3-1のように設定する。錘を含めた公称重量をもとに各階の重量及び A_i 分布に基づく地震水平力比を表8.2.3-2のように設定する。

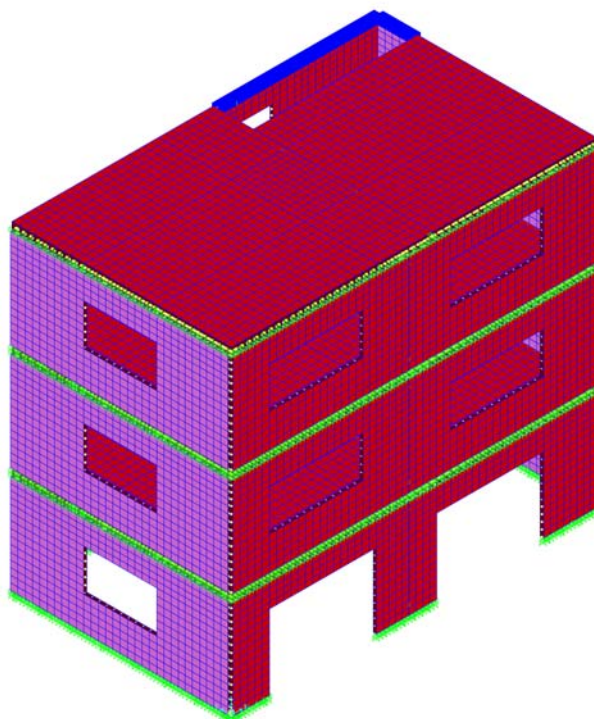


図 8.2.3-1 B棟の解析モデル

表 8.2.3-1 シェル要素(CLTパネル)の弾性係数

部位	厚さ [mm]	面内			面外			
		E_x [N/mm ²]	E_y [N/mm ²]	G_{xy} [N/mm ²]	E_{rx} [N/mm ²]	E_{ry} [N/mm ²]	G_{yz} [N/mm ²]	G_{zx} [N/mm ²]
鉛直構面(壁)	90	2000	4000	308	5778	222	123	154
水平構面(床)	210	1286	2571	198	4041	866	99	53

※網掛け部分の値を採用

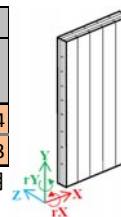


表 8.2.3-2 各階重量、地震水平力比

階	W_i [kN]	ΣW_i [kN]	α_i [-]	A_i [-]	C_i [-]	Q_{Ei} [kN]	P_{Ei} [kN]	A [m ²]	q [kN/m ²]	水平力比 [-]
3	195.61	195.61	0.239	1.53	0.31	59.84	59.84	60.00	3.26	1.39
2	311.89	507.50	0.619	1.19	0.24	120.87	61.04	60.00	5.20	1.42
1	312.33	819.83	1.000	1.00	0.20	163.97	43.09	60.00	5.21	1.00

なお、鉛直構面に有開口大型 CLT パネルを用いる場合は、地震時の面内変形に伴い開口部入隅に亀裂が生じる可能性が高いが、本解析におけるシェル要素は弾性体であるので、そのような現象を考慮できない。それを補うために、図 8.2.3-2 の破線部のように垂れ壁部分および腰壁部分をあらかじめ分離し、それらに接する壁部分との間に圧縮バネ要素とせん断バネ要素を配置することを考え、解析モデルのバリエーションを下記のように設定する。

- ベースモデル …………… 分離無し
- 垂れ壁分離モデル …………… 垂れ壁部分のみ分離
- 垂れ壁・腰壁分離モデル …… 垂れ壁・腰壁を分離

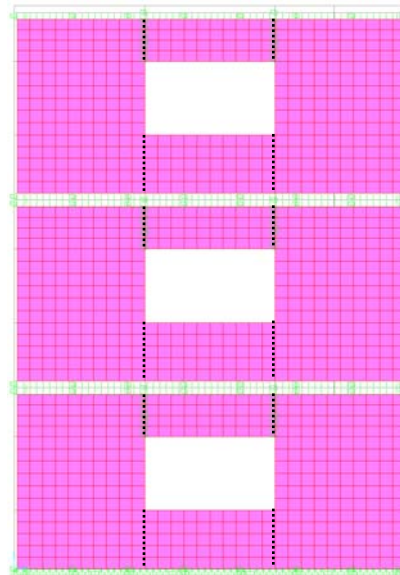


図 8.2.3-2 亀裂発生を考慮したシェル要素の分離箇所

(2) 接合部バネ要素の応力変形特性⁵⁾

(2.1) 引張バネ

U 形引張金物+ボルト接合部に対応するバネ要素の応力変形特性は図 8.2.3-3 のように設定する。これらの引張バネは圧縮には無抵抗とする。

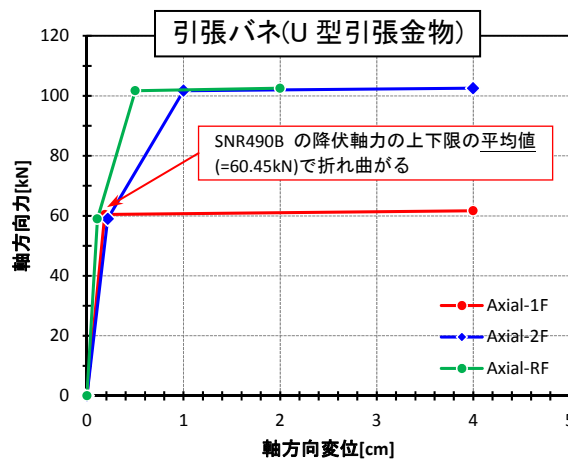


図 8.2.3-3 U 形金物+ボルト接合部バネの応力変形特性

(2.2) 圧縮バネ

CLT パネルと基礎及び CLT パネル相互の圧縮変形に対するバネ要素には下記の弾性剛性 K_c を設定する。なお、これらの圧縮バネは 100mm 間隔で設定し、引張には無抵抗とする。

壁-基礎 $K_c=1.0 \times 10^6 \text{kN/cm}$
 CLT パネル相互 $K_c=500 \text{kN/cm}$

(2.3) ビス打ち接合部バネ

上記以外の CLT パネル相互の鋼板ビス打ち接合部および合板スプライン接合部に対応するバネ要素の応力変形特性を図 8.2.3-4 のように設定する。

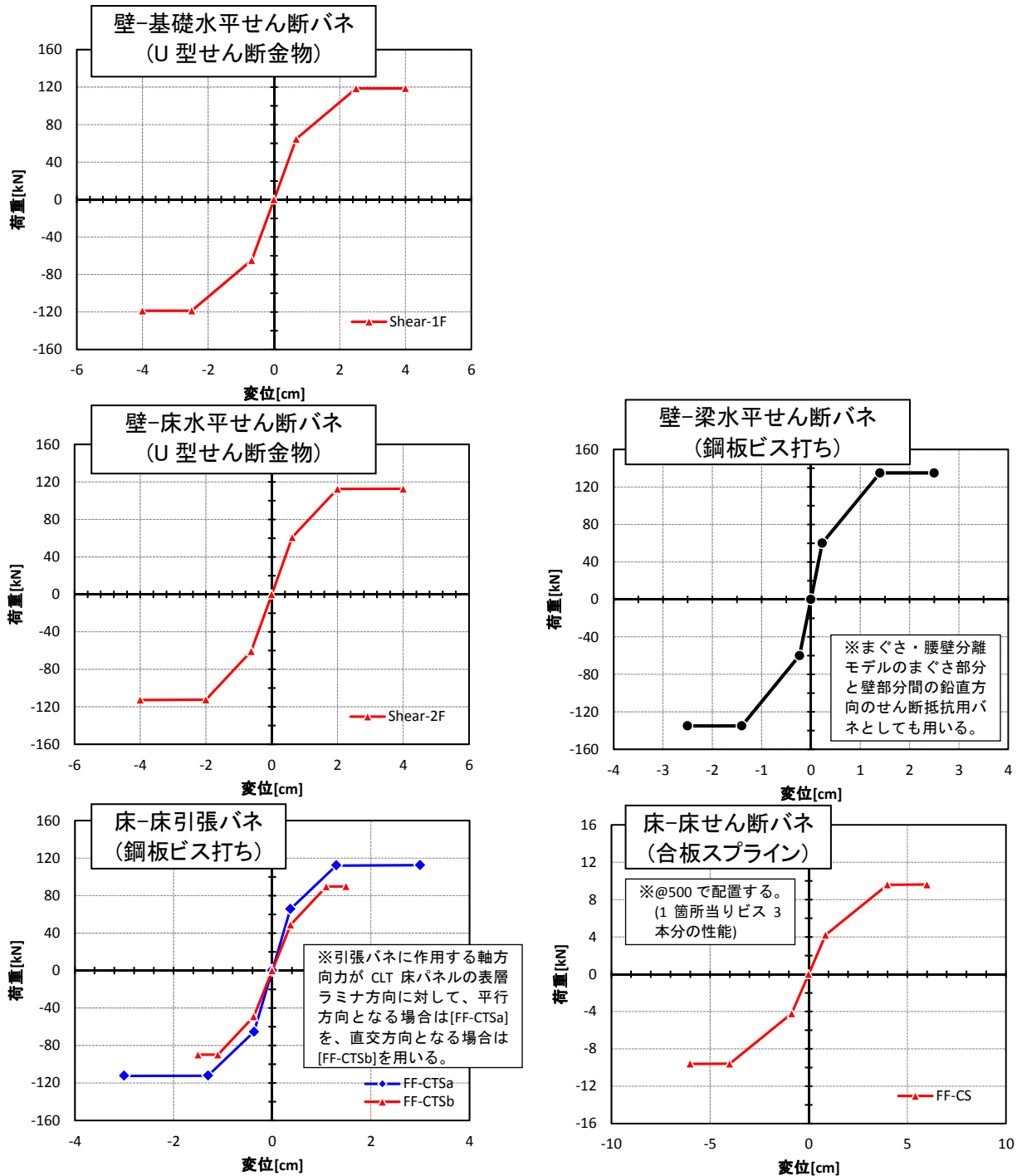


図 8.2.3-4 ビス打ち接合部バネの応力変形特性

(3) 荷重増分解析結果

主加振方向と想定する建物短辺方向について、荷重増分解析によって得られた各階の層せん断力-層間変位曲線を図 8.2.3-5 に示す。

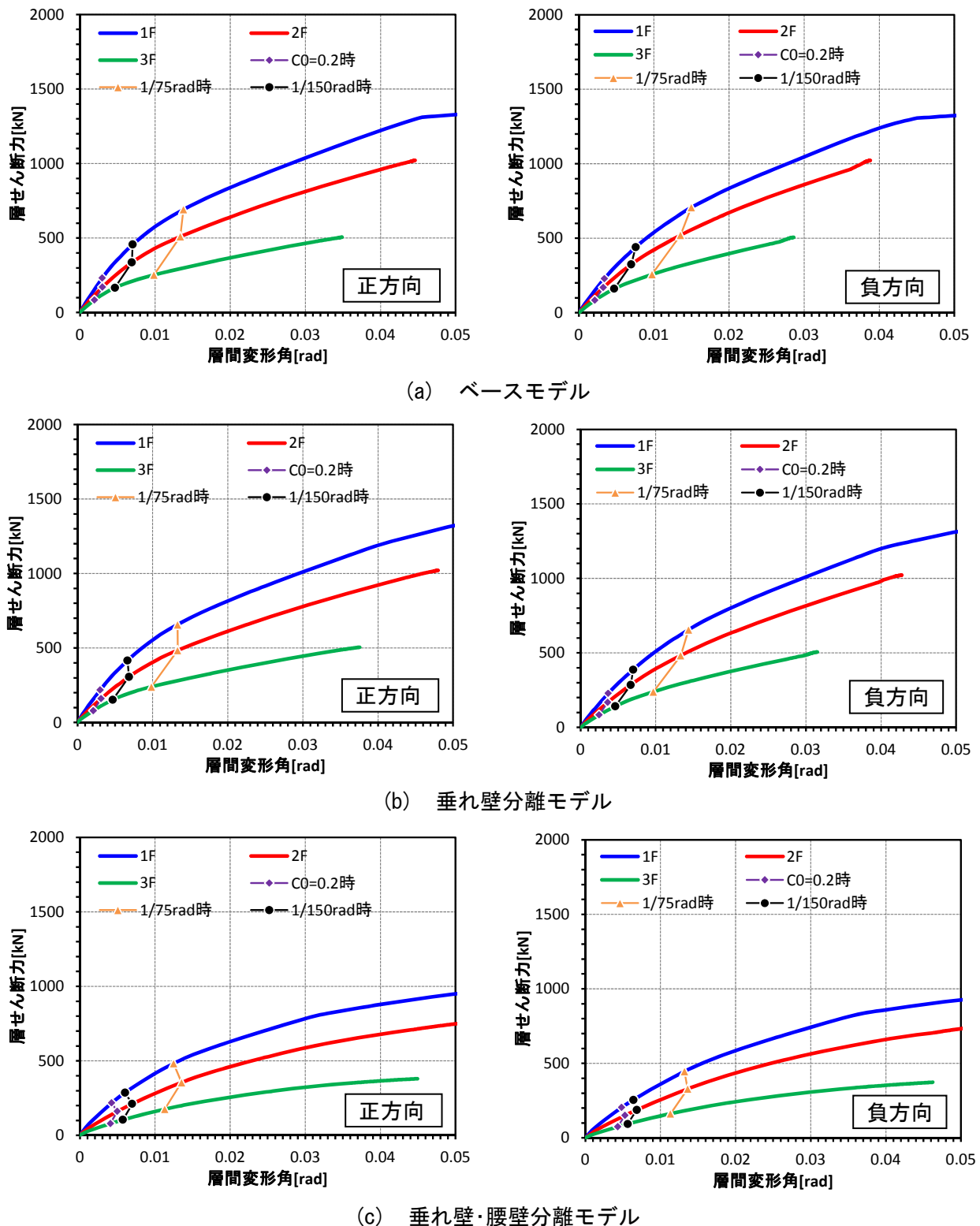


図 8.2.3-5 荷重増分解析による層せん断力-層間変位曲線(B棟, 建物短辺方向)

(4) 限界耐力計算による耐震性能評価

(4.1) 最大応答変位

限界耐力計算を準用して、荷重増分解析結果を用いて縮約 1 自由度系の加速度 A と変位 Δ の関係を求める。これを入力波の Sa - Sd 曲線と図 8.2.3-6のように重ね、 A - Δ 曲線と Sa - Sd 曲線の交点を最大応答点とする。なお、 Sa - Sd 曲線は減衰定数 10%として算定した。最大応答点に対応する解析ステップの重心位置の水平変位状態、層せん断力 Q 、層間変位 δ 、層間変形角 R を図 8.2.3-6に併記した。建物長辺方向については、BSL 90%による最大層間変形角は 1/94、JMA 神戸に対して 1/58 であり、一般的な木質構造建築物の安全限界変形角の基準値とされる 1/30 を下回っている。建物短辺方向については、ベースモデルの場合は、BSL 90%及び JMA 神戸に対して最大層間変形角はそれぞれ 1/87、1/37 であり、1/30 を下回っている。垂れ壁・腰壁分離モデルの場合は、BSL 90%による最大層間変形角は 1/54 で、1/30 を下回っているが、JMA 神戸では 1/17で、1/30を上回っている。ただし、耐力劣化領域にはなく、倒壊の可能性は少ないといえる。

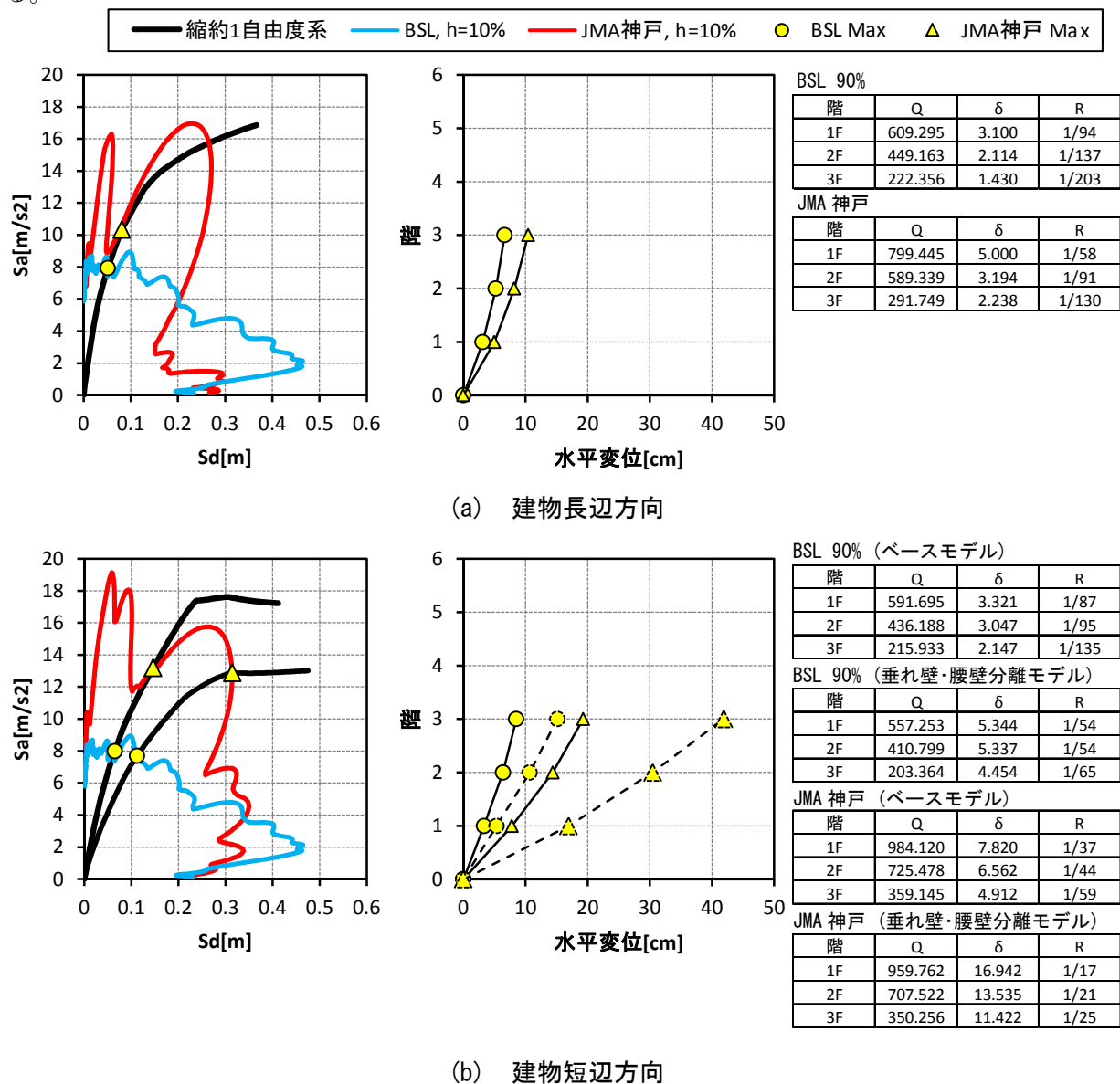


図 8.2.3-6 限界耐力計算による最大応答の予測(B棟)

(4.2) シェル要素(CLT パネル)の応力度

BSL 及び JMA 神戸による最大応答点に対応する解析ステップのシェル要素(CLT パネル)の応力度コンターと最大応力度を図 8.2.3-7 に示す。図中の★印が最大応力発生個所である。

直応力度に対する基準強度 F は、表層ラミナの引張強さを JAS による下限値 12.0MPa とし、直交層を無効とすることによる応力増加率を考慮すれば、水平方向直応力度については $12.0 / 3.0 = 4.0\text{MPa}$ 、鉛直方向直応力度については $12.0 / 1.5 = 8.0\text{MPa}$ となる。せん断応力度に対する基準強度は CLT パネルの全断面有効として集成材相当の値が別途確認されていること θ を考慮して、2.7MPa とする。

水平方向直応力度の最大値は、開口入隅近傍の垂れ壁下端又は腰壁上端に生じ、BSL に対して

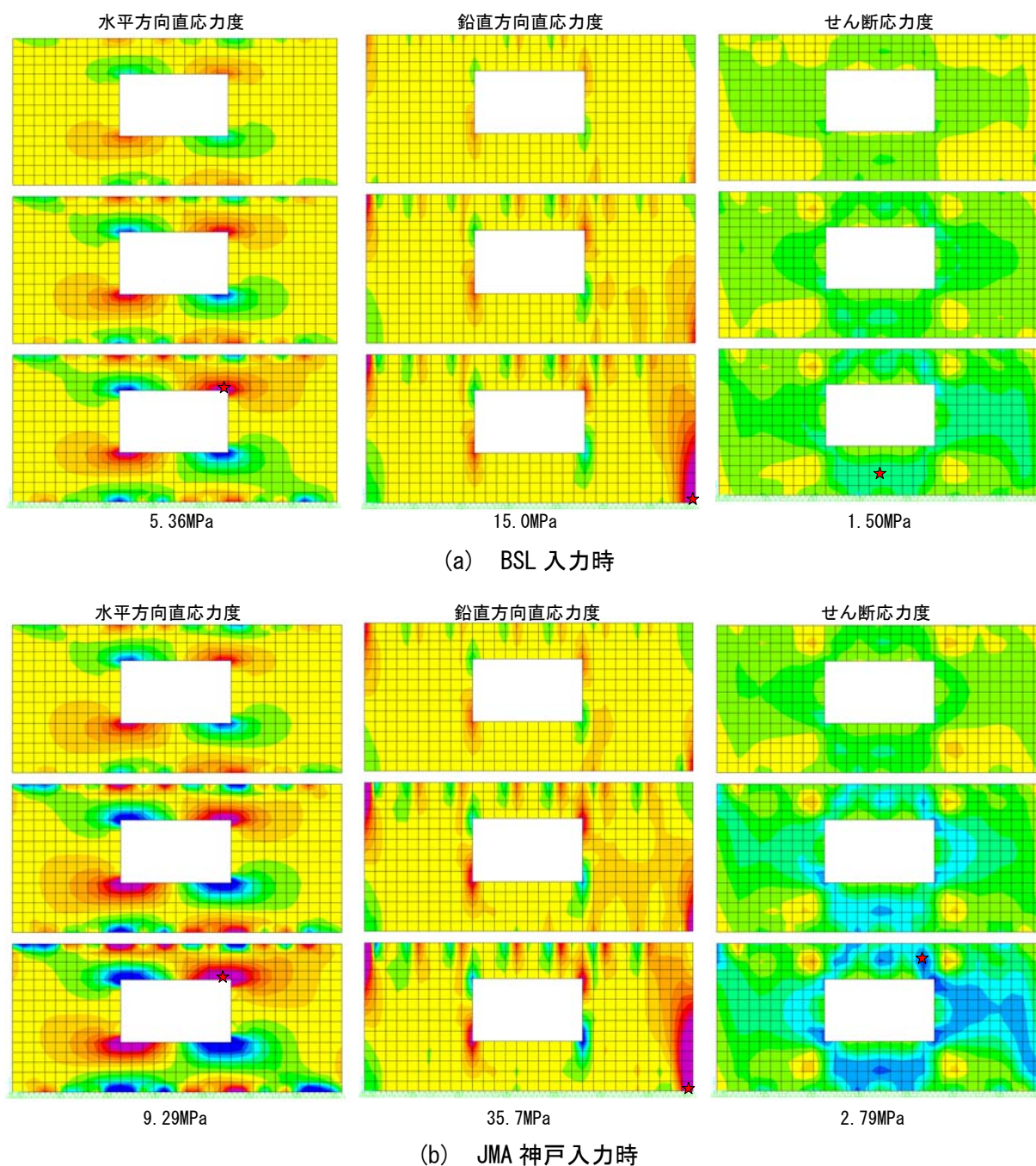


図 8.2.3-7 シェル要素(CLT パネル)の最大応力度(B棟)

5.36MPa で F に対する検定比 1.34、JMA 神戸に対して 9.29MPa で同じく検定比 2.32 である。鉛直方向直応力度の最大値はいずれの構面でもパネル脚部に生じ、BSL に対して 15.0MPa で F に対する検定比 1.88、JMA 神戸に対して 35.7MPa で同じく検定比 4.46 である。特に JMA 神戸に対して検定比が 1.0 を大きく上回っており、壁パネル開口入隅近傍の亀裂、壁パネル隅角部の圧潰などの破壊が生じる可能性が高いといえる。せん断応力度の最大値は、長辺方向では 1 階腰壁中央付近に生じ、BSL に対して 1.50MPa で F に対する検定比 0.56、JMA 神戸に対して 2.32MPa で同じく検定比 0.86 である。

(4.3) バネ要素(接合部)の応力・変形

BSL 及び JMA 神戸による最大応答点に対応する解析ステップのバネ要素(接合部)の応力・変形を図 8.2.3-8 に示す。引張バネ(U 形金物+ボルト接合部)については、1 階脚部において、BSL に対して塑性化し、1.5cm 程度の塑性変形が生じている。ただし、これは設計の狙い通りの結果であり、問題は無い。JMA 神戸に対しては塑性変形量が 8.0cm 程度となっているが、設定した終局変形以下であり、破断が生じる可能性は低いといえる。その他の引張バネについては JMA 神戸に対しても弾性範囲にとどまっている。せん断バネ(鋼板ビス打ち接合部)については、BSL に対してはほぼ弾性範囲にあり、JMA 神戸に対してもほぼ第 2 降伏点以下であり、せん断接合部の先行破壊が生じる可能性は低い。

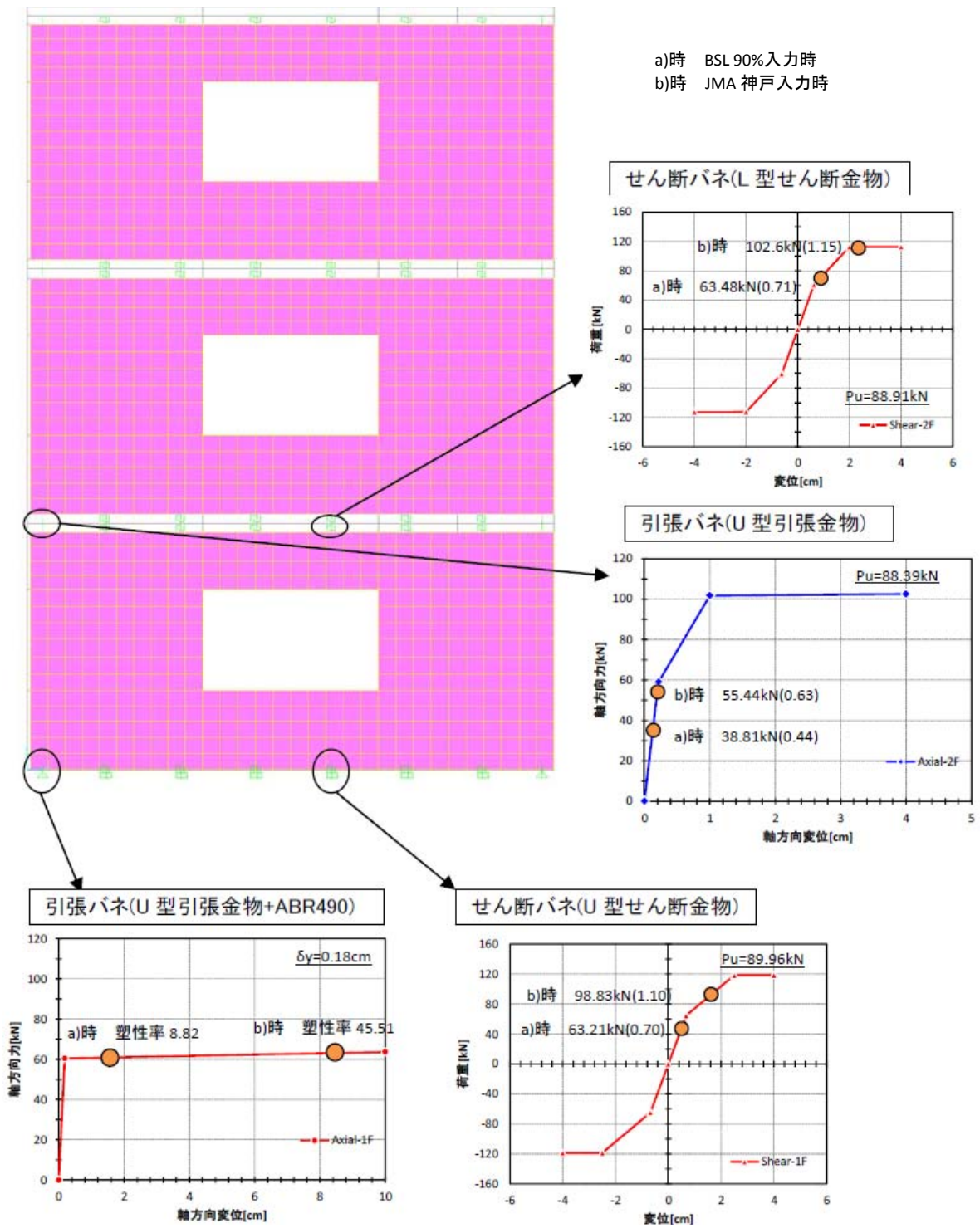


図 8.2.3-8 バネ要素(接合部)の最大応力・変形(B棟・短辺方向)

参考文献 (8.2 節)

- 1) 三宅辰哉, 松本和行, 榎本 敬大, 五十田 博, 河合 直人, 安村 基 : クロス・ラミネイティド・ティンバーによる構造の耐震性能に関する研究, その 15 3 層実大モデルにおける CLT 接合部の応力変形性能の推定, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2013.8
- 2) Nobuyoshi Yamaguchi, Shiro Nakajima, Yasuhiro Araki, Atsushi Miyatake, Naoto Ando : Embedding behaviour of cross laminated timber panels manufactured from Sugi, Proceedings of 10th World Conference on Timber Engineering, Quebec city, Canada, 2014
- 3) 木構造振興株式会社 : 平成 23 年度林野庁補助事業, CLT パネルを用いた中高層建築物の構造計画と接合部性能の検証事業報告書, 平成 24 年 3 月
- 4) 銘建工業株式会社 : (仮称)CLT スプライン接合部せん断実験, 平成 24 年
- 5) 木構造振興株式会社 : (仮称)CLT パネル接合部の構造性能確認試験, 平成 26 年
- 6) 荒木康弘, 中川貴文, 中島史郎, 宮武 敦, 山口修由, 安村基 : スギを用いて製造したクロス・ラミネイティド・ティンバー(CLT)の強度性能, その 8 (実大)面内せん断性能, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2013.8

8.2.4 個別要素法による事前解析

1. はじめに

震動台実験での入力地震波の検討、応答の予測を行うために実施した数値解析結果について報告する。

2. モデル化の概要

数値解析には木造住宅用の倒壊解析ソフトウェア (*wallstat ver.2.03*) を改良して用いた。CLT パネルはトラスバネを並行、斜め方向に連結することによりモデル化を行った。試験体に用いる各 CLT パネルについて、曲げ、せん断の要素実験と同等の解析を行うことにより、パネルの曲げ変形、せん断変形に関して、各トラスバネの剛性のキャリブレーションを行った。ここでは、JAS Mx60A を想定して、面外曲げに対する弾性係数 5.2kN/mm^2 、面内せん断に対するせん断弾性係数を 200N/mm^2 とした。パネルの曲げ・せん断挙動をある程度詳細にモデル化出来るよう、パネル要素 (トラス要素によって連結された一連のバネ) を 500mm モジュールで分割を行った。パネル要素間是非線形の引張・圧縮バネとせん断バネによって接点を連結した。

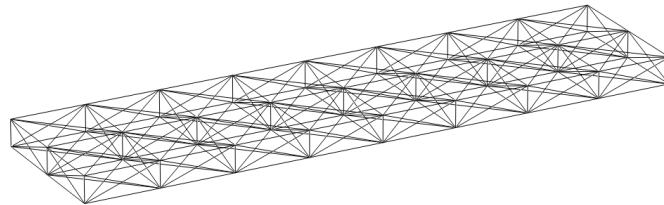
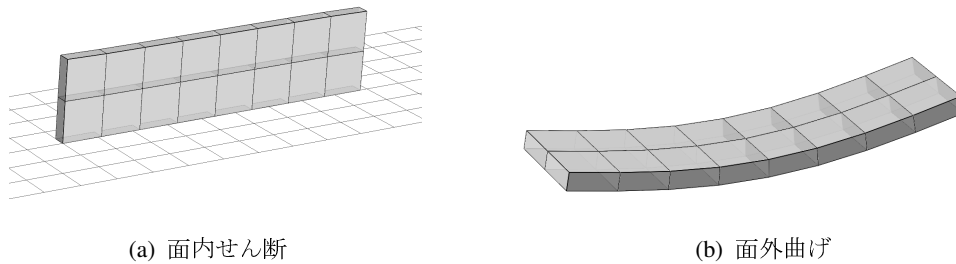


図 8.2.4-1 トラス要素による CLT パネルのモデル化



(a) 面内せん断

(b) 面外曲げ

図 8.2.4-2 パネル要素のキャリブレーション

3. 2012年3層試験体振動台実験（つくば）の解析

3.1 解析モデルの概要

モデル化手法、パラメータの妥当性検証のため、平成22年度に実施された3層のCLT構造の振動台実験（防災科研つくば振動台）結果、静的加力実験（建研）結果と解析結果の照合を行った。解析モデルの概要を図8.2.4-3に示した。小幅パネルによる3層の構造体で、接合部のバネの特性は設計法WG資料H26-4-2-3の骨格曲線を参考に決定した（図8.2.4-4）。

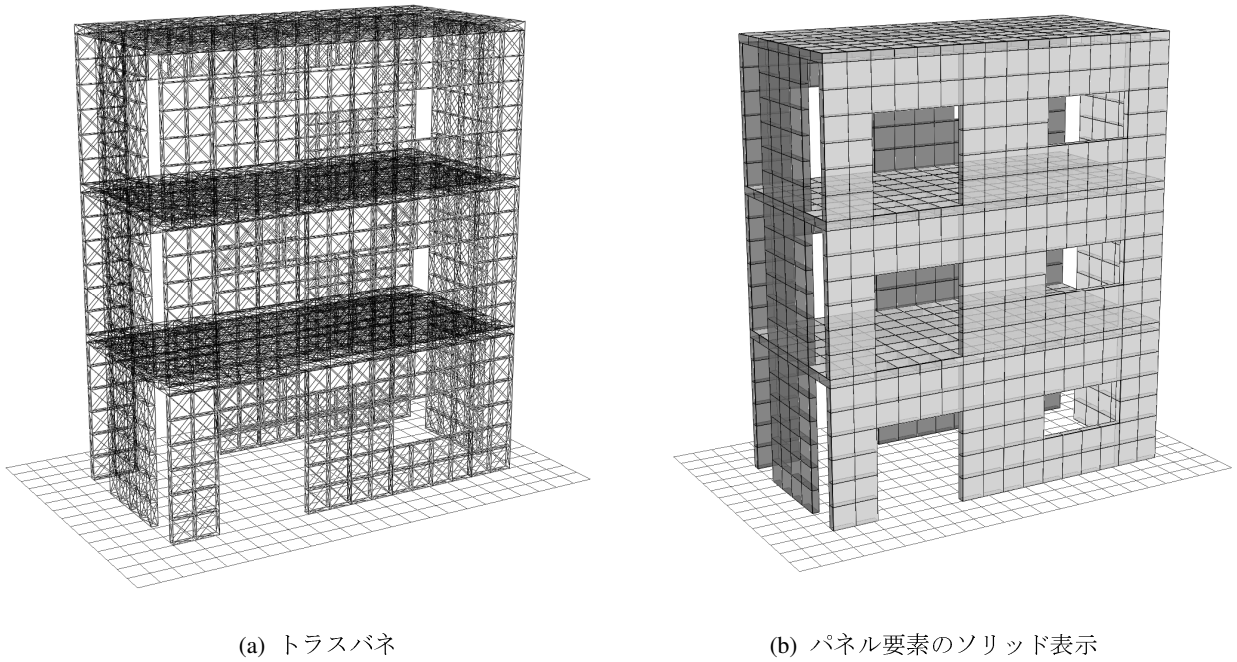


図 8.2.4-3 3層試験体の解析モデルの概要
(接点数：3,426、バネ数：16,901)

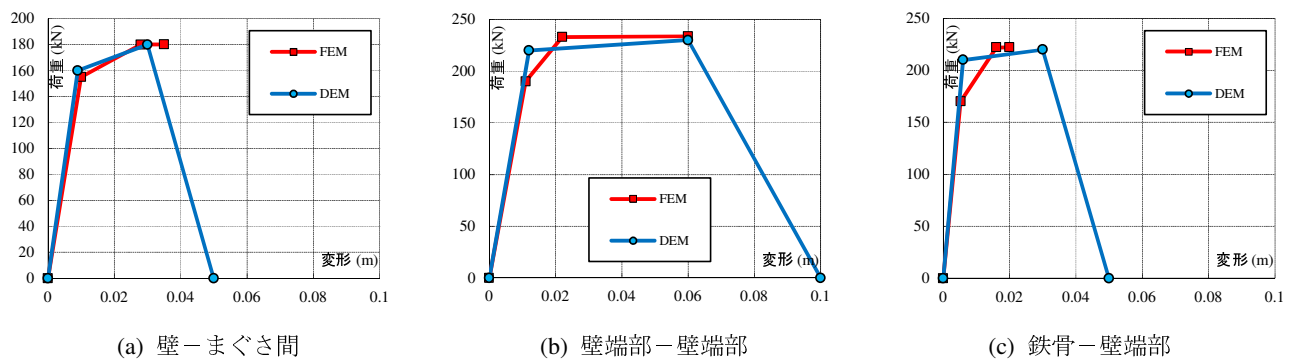
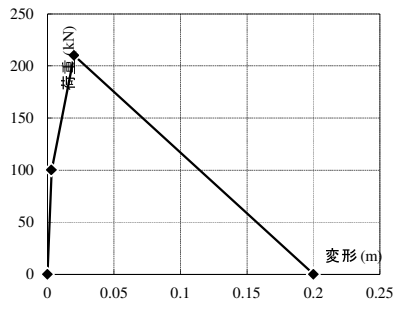
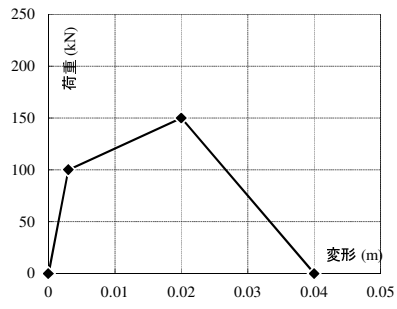


図 8.2.4-4 解析に用いた引張バネ（引きボルト）の骨格曲線

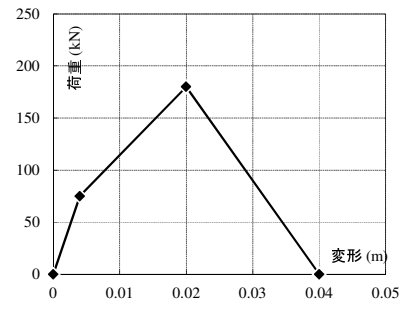
※引きボルトと解析モデルの応力中心点間距離の比率に応じて図から耐力を補正



(a) 壁-まぐさ間



(b) 壁端部-床



(c) 鉄骨-壁端部

図 8.2.4-5 解析に用いたせん断バネの骨格曲線

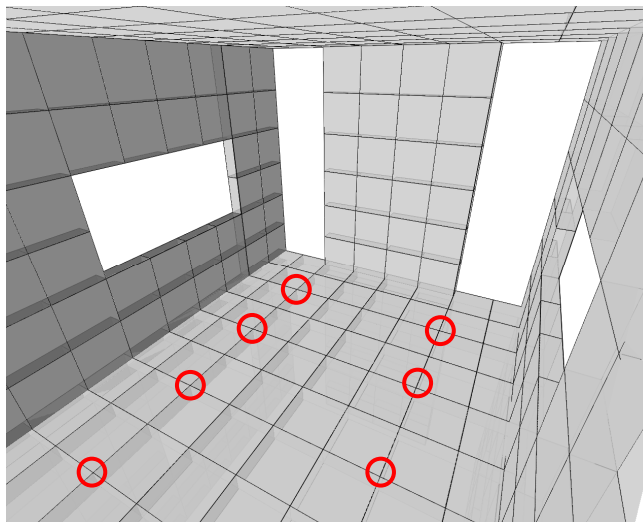
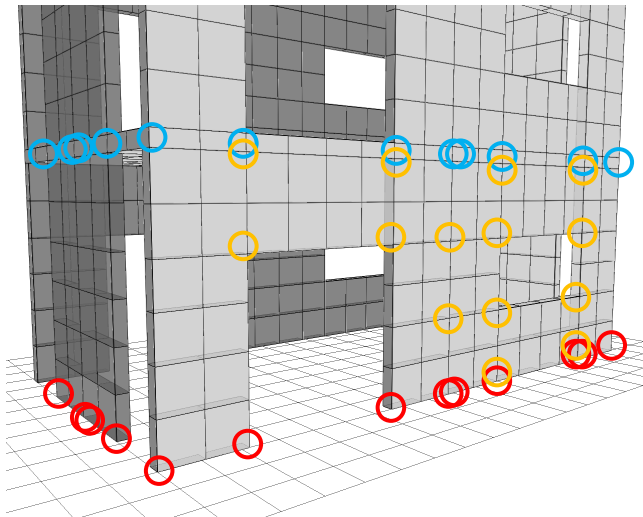


図 8.2.4-6 3層解析モデルのバネの配置

3.2 その他

解析モデルの重量は振動台実験試験体と同一とした。

2F 3F 4F

3.3 解析結果

図 8.2.4-7 にプッシュオーバー解析結果と振動台実験の結果を比較して示した。

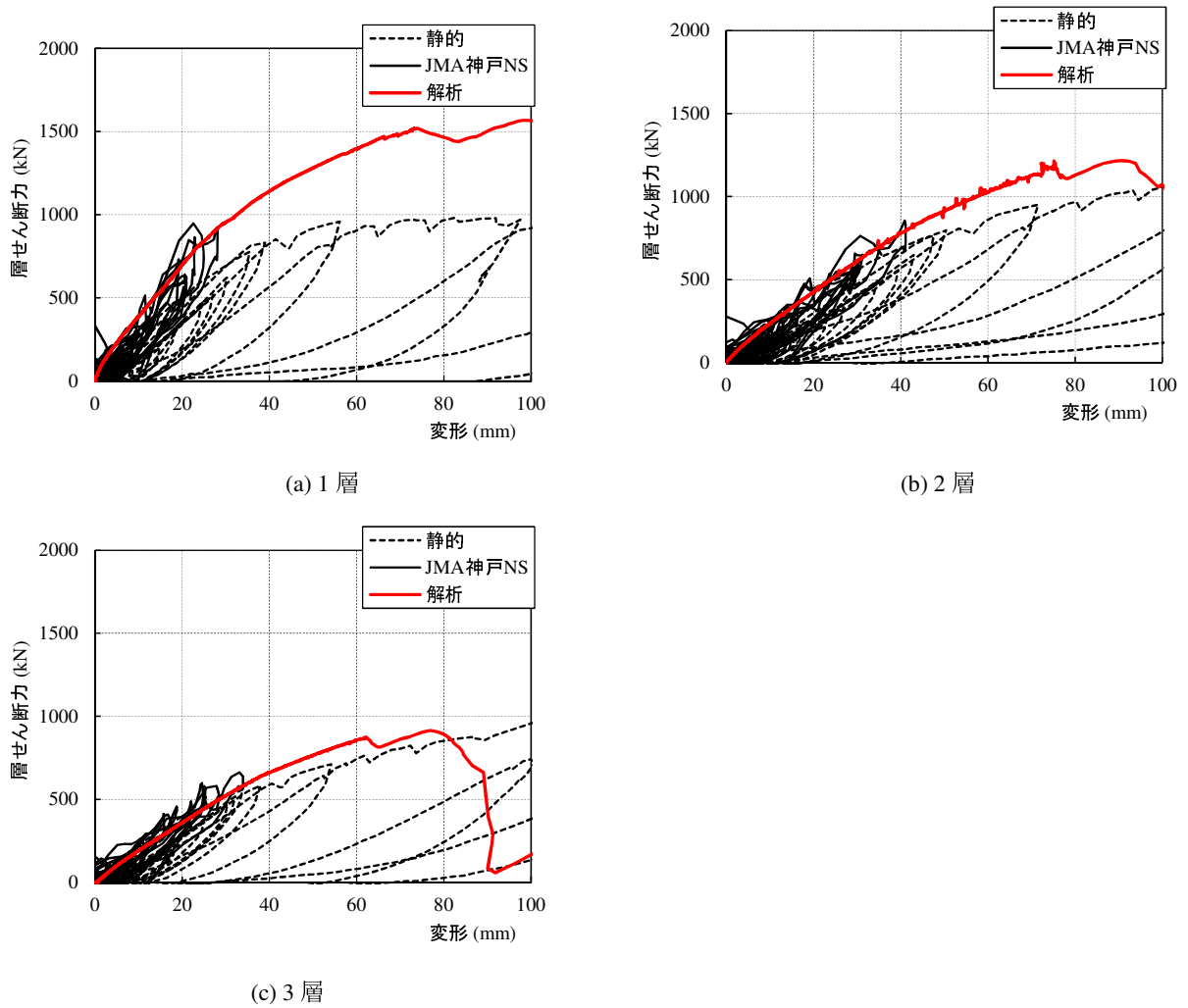
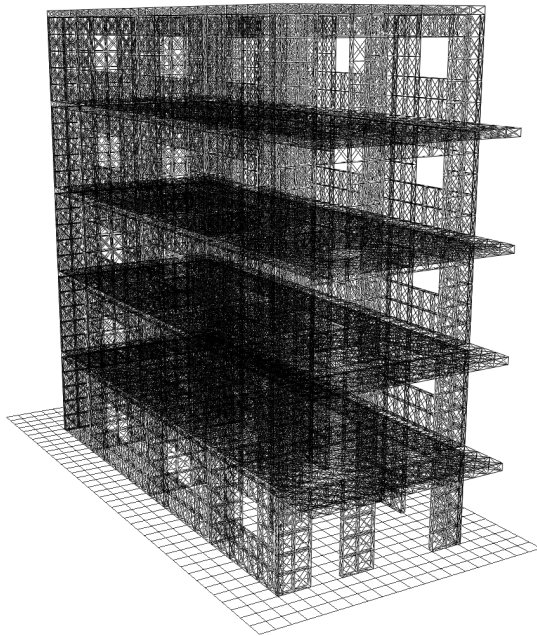


図 8.2.4-7 各階の荷重変形関係の比較

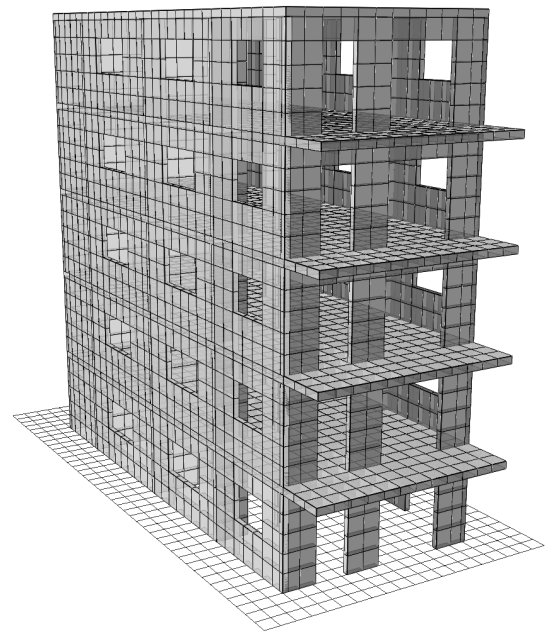
4. A棟、B棟の事前解析

4.1 解析モデルの概要

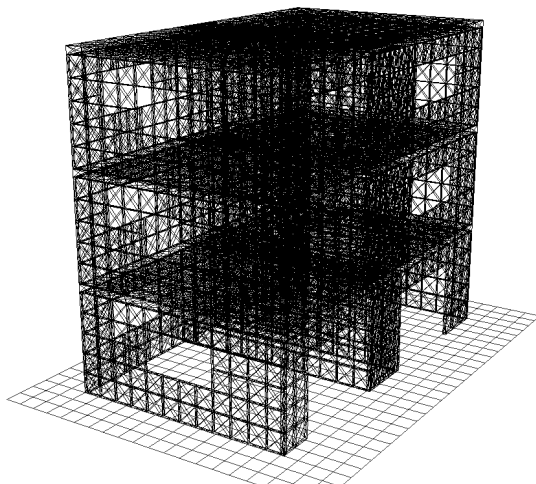
解析モデルの概要を図 8.2.4-8 に示した。



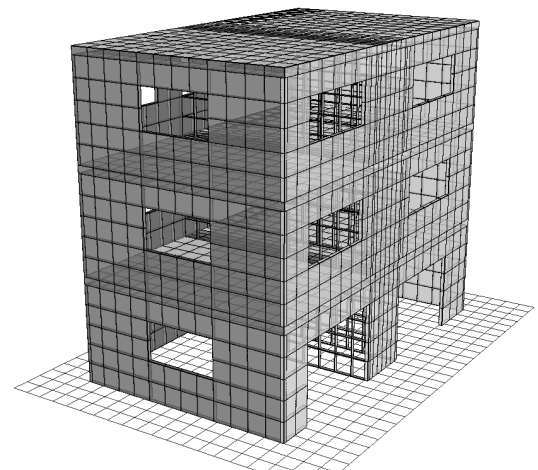
(a) A棟トラスパネ



(b) A棟パネル要素のソリッド表示



(a) B棟トラスパネ



(b) B棟パネル要素のソリッド表示

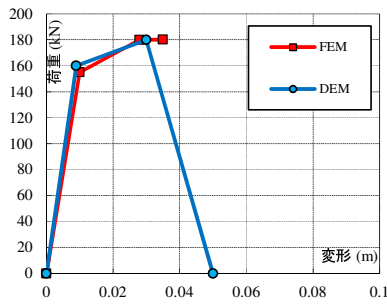
図 8.2.4-8 A棟、B棟の解析モデルの概要

(A棟 接点数：13,541、パネ数：70,067、B棟 接点数：6,525、パネ数：34,363)

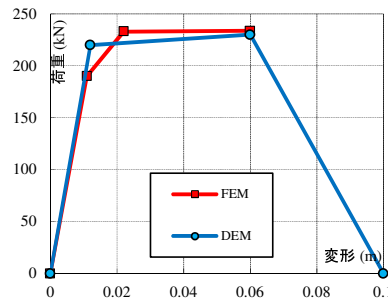
4.2 解析条件

引張、せん断バネの荷重変形関係を図 8.2.4-9、10 に示した。

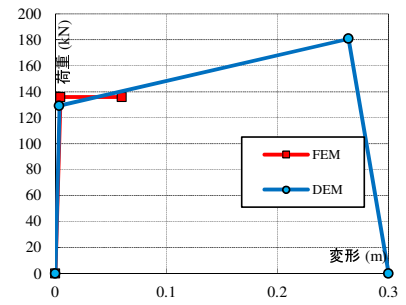
【A 棟】



(a) 壁-まぐさ間

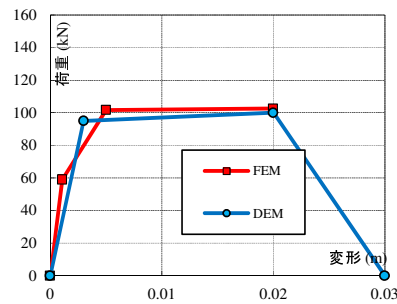


(b) 壁端部-壁端部

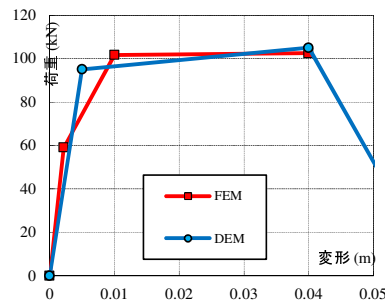


(c) 鉄骨-壁端部

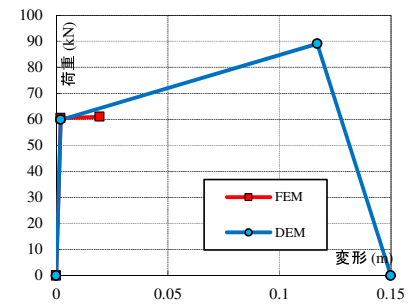
【B 棟】



(d) 壁-壁 (最上階)



(e) 壁端部-壁端部

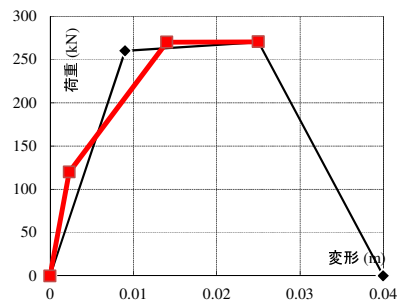


(f) 鉄骨-壁端部

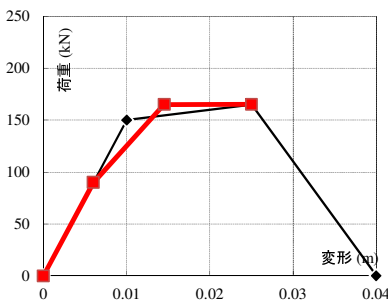
図 8.2.4-9 解析に用いた引張バネ (引きボルト) の骨格曲線

※引きボルトと解析モデルの応力中心点間距離の比率に応じて図から耐力を補正

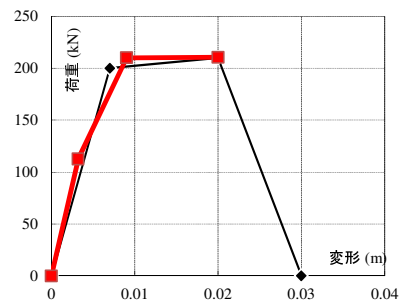
【A 棟】



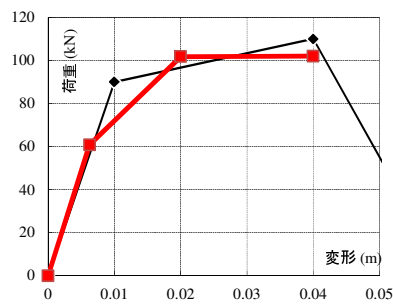
(a) 壁-まぐさ間



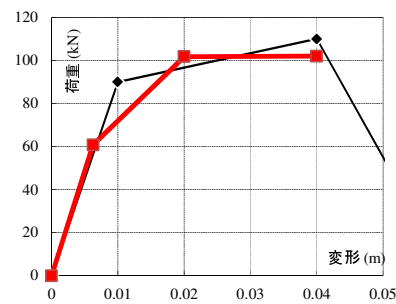
(b) 壁端部-床



(c) 鉄骨-壁端部



(d) 壁端部-床



(e) 鉄骨-壁端部

図 8.2.4-10 解析に用いたせん断バネの骨格曲線

4.3 B棟の解析モデルの構面実験によるキャリブレーション

B棟の解析モデルは、大型パネルを開口部で小幅パネルに分割して、まぐさ接合部の引張バネの強さを調整することで、パネルの開口入り隅部での破壊後の挙動を再現した。まぐさ接合部の引張バネは図 8.2.4-11 に示した通り、第 3 章の有開口パネルの要素実験結果を用いてキャリブレーションを行った。

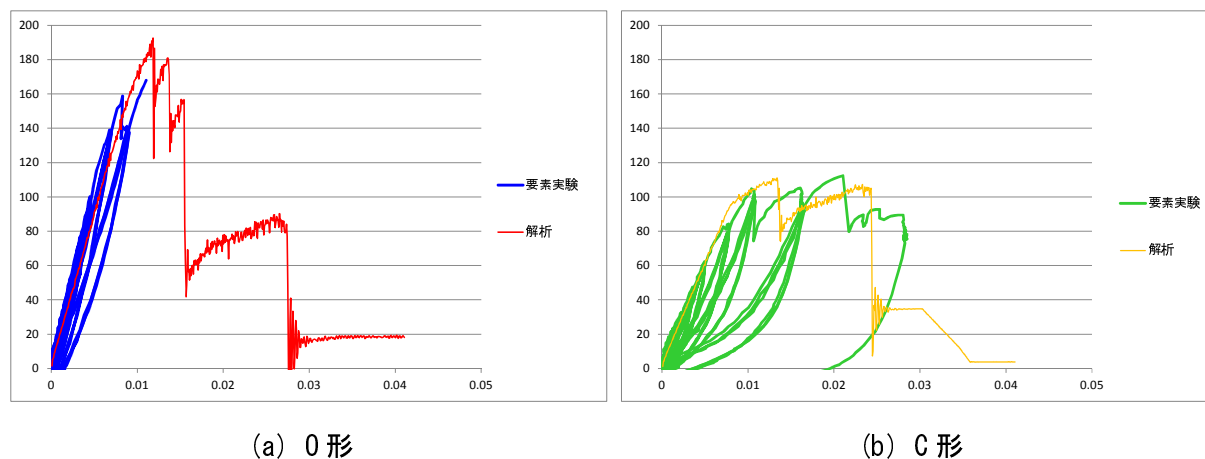


図 8.2.4-11 要素実験と解析結果の比較

4.5 解析結果

A棟の解析結果を図 8.2.4-11～12 に、B棟の解析結果を図 8.2.4.13～14 にまとめた。

A棟 最大応答まとめ

図8.2.4-11 各層の層間変形最大最小

地震波	方向	正負	各層 最大層間変形(mm)					各層 最大層せん断力(kN)				
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
BSL20%	短辺	正	11	17	15	12	7	800	642	461	332	139
		負	-11	-16	-16	-13	-7	825	677	522	382	154
	長辺	正	8	11	11	9	5	757	664	552	412	170
		負	-10	-12	-12	-9	-6	831	661	568	407	159
BSL100%	短辺	正	120	122	111	94	66	2724	2441	2140	1355	704
		負	-119	-115	-105	-93	-65	2809	2313	1912	1359	603
	長辺	正	71	75	65	50	32	2598	2468	2049	1406	544
		負	-72	-77	-66	-47	-31	2760	2553	2086	1388	568
JMA神戸XYZ	短辺	正	118	97	90	82	56	1605	1663	1618	1421	554
		負	-102	-97	-90	-84	-54	2091	1923	1558	1251	543
	長辺	正	83	78	66	54	41	2023	1796	1661	1149	419
		負	-130	-92	-79	-61	-44	2460	2236	2198	1552	643
JMA神戸NS →長辺入力	長辺	正										
		負										

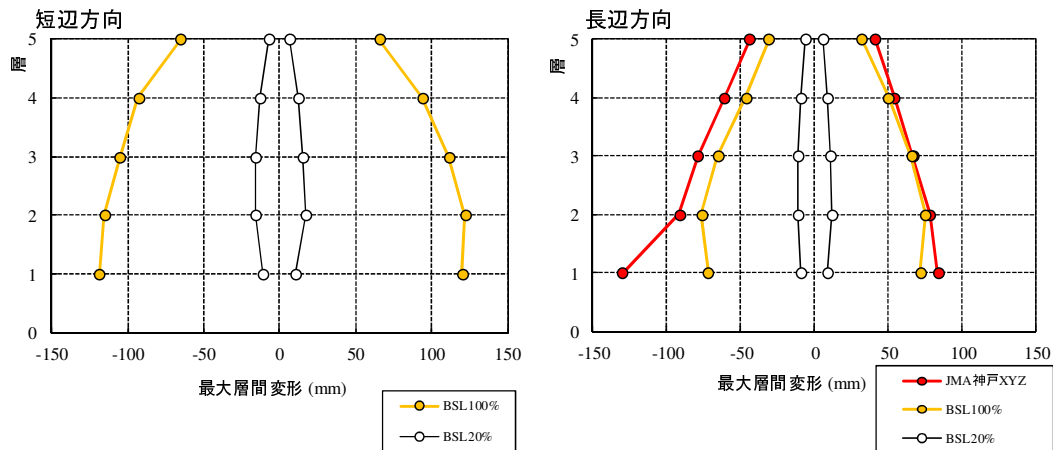
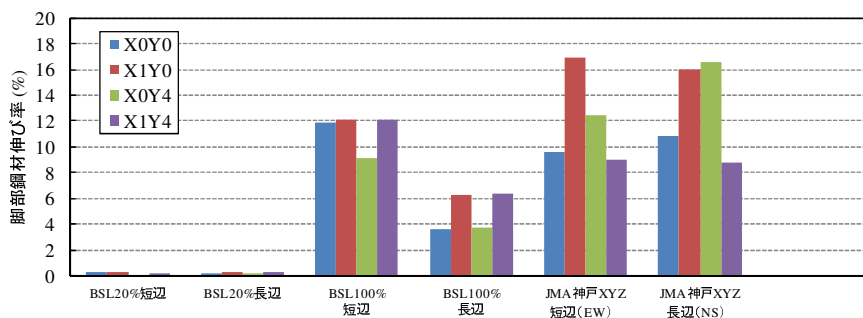


図8.2.4-12 1F柱脚鋼材変形

地震波	方向	伸び長さ (mm)				伸び率 (%)			
		X0Y0	X1Y0	X0Y4	X1Y4	X0Y0	X1Y0	X0Y4	X1Y4
BSL20%	短辺	2.8	2.4	0.7	1.4	0.3	0.3	0.1	0.2
	長辺	1.2	1.9	1.1	1.9	0.1	0.2	0.1	0.2
BSL100%	短辺	95.2	96.8	72.6	97.3	11.9	12.1	9.1	12.2
	長辺	29.0	50.4	30.3	51.0	3.6	6.3	3.8	6.4
JMA神戸XYZ	短辺	76.6	135.6	100.0	71.8	9.6	16.9	12.5	9.0
	長辺	86.9	128.4	132.8	70.0	10.9	16.0	16.6	8.8
JMA神戸NS→長辺	長辺					0.0	0.0	0.0	0.0



B棟 最大応答まとめ

図8.2.4-13 各層の層間変形最大最小

地震波	方向	正負	各層 最大層間変形(mm)					各層 最大層せん断力(kN)				
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
JR鷹取PV	短辺	正	47	42	36			789	647	319		
		負	-55	-55	-44			904	641	296		
	長辺	正	53	30	21			926	737	438		
		負	-85	-41	-29			729	489	261		
BSL100%	短辺	正	33	33	25			824	575	277		
		負	-25	-25	-19			762	574	296		
	長辺	正	28	19	12			751	545	244		
		負	-36	-25	-16			798	591	270		
JMA神戸XYZ	短辺	正	62	64	61			947	770	326		
		負	-51	-54	-51			983	736	384		
	長辺	正	38	27	21			792	596	407		
		負	-40	-29	-23			764	597	336		
JMA神戸NS →長辺入力	長辺	正										
		負										

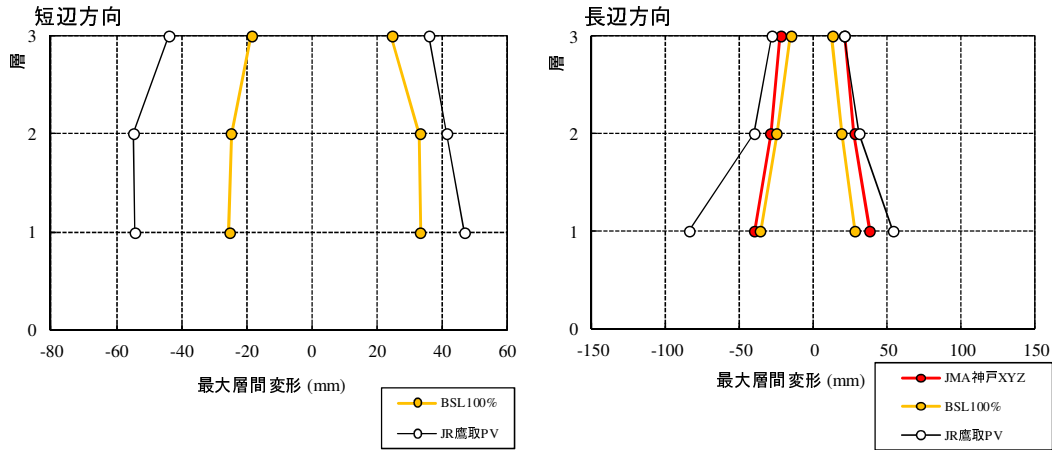


図8.2.4-14 1F柱脚鋼材変形

地震波	方向	伸び長さ (mm)				伸び率 (%)			
		X0Y0	X1Y0	X0Y4	X1Y4	X0Y0	X1Y0	X0Y4	X1Y4
JR鷹取PV 100%	短辺	86.2	64.2	132.0	78.3	10.8	8.0	16.5	9.8
	長辺					0.0	0.0	0.0	0.0
BSL100%	短辺	28.8	18.3	31.4	17.0	3.6	2.3	3.9	2.1
	長辺					0.0	0.0	0.0	0.0
JMA神戸XYZ	短辺	114.4	84.6	112.8	77.3	14.3	10.6	14.1	9.7
	長辺					0.0	0.0	0.0	0.0
JMA神戸NS→長辺	長辺					0.0	0.0	0.0	0.0

